

FACULTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1913-1914 — N° 152

---

TRAVAIL DU LABORATOIRE DU BUREAU MUNICIPAL D'HYGIÈNE

---

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
DE  
l'Alimentation de la Ville de Lyon  
EN EAUX POTABLES

---

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

*Et soutenue publiquement le 29 Juillet 1914*

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

**Jean LOISEAU**

Elève de l'École du Service de Santé Militaire  
né le 9 Octobre 1890, à Pithiviers (Loiret)



LYON  
IMPRIMERIE L. GROSJEAN  
78, RUE CRILLON, 78

1914



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
DE  
**l'Alimentation de la Ville de Lyon**  
EN EAUX POTABLES



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1913-1914. — N° 152

---

TRAVAIL DU LABORATOIRE DU BUREAU MUNICIPAL D'HYGIÈNE

---

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE

**l'Alimentation de la Ville de Lyon**  
**EN EAUX POTABLES**

---

**THÈSE**

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

*Et soutenue publiquement le 29 Juillet 1914*

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

**Jean LOISEAU**

Elève de l'École du Service de Santé Militaire  
né le 9 Octobre 1890, à Pithiviers (Loiret)



LYON  
IMPRIMERIE L. GROSJEAN  
78, RUE CRILLON, 78

1914

# PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. HUGOUNENQ . . . . . DOYEN.  
J. COURMONT . . . . . ASSESSEUR.

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM. CHAUEAU, AUGAGNEUR, SOULIER, TRIPIER, CAZENEUVE, LÉPINE, PIERRET  
BEAUVISAGE, LACASSAGNE

## PROFESSEURS

|                                                           |                |
|-----------------------------------------------------------|----------------|
| Cliniques médicales . . . . .                             | { MM. TEISSIER |
|                                                           | ROQUES         |
|                                                           | BARD           |
| Cliniques chirurgicales . . . . .                         | { TIXIER       |
|                                                           | BÉRARD         |
| Clinique obstétricale et Accouchements . . . . .          | FABRE          |
| Clinique ophtalmologique . . . . .                        | ROLLET         |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques . . . . . | NICOLAS        |
| Clinique des maladies nerveuses et mentales . . . . .     | LÉPINE (J.)    |
| Clinique des maladies des enfants . . . . .               | WEILL          |
| Clinique des maladies des femmes . . . . .                | POLLOSSON (A.) |
| Physique médicale . . . . .                               | CLUZET         |
| Chimie médicale et pharmaceutique . . . . .               | HUGOUNENQ      |
| Chimie organique et Toxicologie . . . . .                 | MOREL          |
| Matieremédicale et Botanique . . . . .                    | MOREAU         |
| Parasitologie et Histoire naturelle médicale . . . . .    | GUIART         |
| Anatomie . . . . .                                        | TESTUT         |
| Anatomie générale et Histologie . . . . .                 | RENAUT         |
| Physiologie . . . . .                                     | MORAT          |
| Pathologie interne . . . . .                              | COLLET         |
| Pathologie et Thérapeutique générales . . . . .           | LESIEUR        |
| Anatomie pathologique . . . . .                           | PAVIOT         |
| Médecine opératoire . . . . .                             | POLLOSSON (M)  |
| Médecine expérimentale et comparée . . . . .              | COURMONT (P)   |
| Médecine légale . . . . .                                 | ETIENNE MARTIN |
| Hygiène . . . . .                                         | COURMONT (J.)  |
| Thérapeutique . . . . .                                   | PIC            |
| Pharmacologie . . . . .                                   | FLORENCE       |

## PROFESSEURS ADJOINTS

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| Physiologie, cours complémentaire . . . . .          | MM. DOYON |
| Maladies des oreilles, du nez et du larynx . . . . . | LANNOIS   |
| Pathologie externe . . . . .                         | VALLAS    |
| Maladies des voies urinaires . . . . .               | ROCHET    |

## CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

|                                                   |                |        |
|---------------------------------------------------|----------------|--------|
| Chimie minérale . . . . .                         | MM. BARRAL,    | agrégé |
| Propédeutique chirurgicale . . . . .              | BERARD,        | —      |
| Propédeutique de gynécologie . . . . .            | CONDAMIN       | —      |
| Chirurgie infantile . . . . .                     | NOVE-JOSSERAND | —      |
| Accouchements . . . . .                           | COMMANDEUR     | —      |
| Embryologie . . . . .                             | LATARJET.      | —      |
| Anatomie topographique . . . . .                  | PATEL,         | —      |
| Botanique . . . . .                               | BRETIN,        | —      |
| Chirurgie expérimentale . . . . .                 | VILLARD,       | —      |
| Clinique infantile . . . . .                      | MOURIQUAND,    | —      |
| Déontologie et médecine professionnelle . . . . . | X...           | —      |

## AGRÉGÉS

|               |                 |              |                   |
|---------------|-----------------|--------------|-------------------|
| MM.           | MM.             | MM.          | MM.               |
| BARRAL        | LATARJET        | MOURIQUAND   | FROMENT           |
| COMMANDEUR    | BRETIN          | ARLOING (F.) | THEVENOT (Lucien) |
| NEVEU-LEMAIRE | LERICHE         | GUILLEMARD   | PIERY             |
| LAROYENNE     | THEVENOT (Léon) | POLICARD     | COTTE             |
| VORON         | TAVERNIER       | GARIN        | DUROUX            |
| NOGIER        | CADE            | SAVY         |                   |

M. BAYLE, secrétaire.

## EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. LESIEUR, *Président*; FLORENCE, *Assesseur*;  
MM. NEVEU-LEMAIRE et ARLOING, *Agrégés*.

*La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.*

## A MON PÈRE, A MA MÈRE

Leur belle vie, toute de droiture et de dévouement, nous est un bien noble exemple : le suivre sera pour nous un devoir sacré.

Notre reconnaissance leur est acquise, immense, comme le fut leur bonté pour nous.

## A MES FRÈRES, A MES SŒURS

Les conseils éclairés des uns, le doux commerce des autres, la tendre sollicitude de tous nous aida à traverser bien des épreuves.

Notre affection est de celle que rien ne saurait amoindrir.

## A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

**Monsieur le Professeur LESIEUR**

Médecin des Hôpitaux

Directeur du Bureau Municipal d'Hygiène de Lyon

Professeur de Pathologie générale à la Faculté de Médecine de Lyon

L'accueil qu'il nous réserva toujours de façon si affable, l'intérêt qu'il ne cessa de nous témoigner, les précieux encouragements qu'il nous prodigua sans trêve sont trop de titres à notre estime et à notre reconnaissance pour que l'un ni l'autre lui fassent jamais défaut.

Il nous fait le très grand honneur de présider notre thèse : nous l'en remercions bien vivement.

**A Monsieur le Professeur FLORENCE**

Chevalier de la Légion d'Honneur

Professeur de Pharmacologie à la Faculté de Médecine de Lyon

A MESSIEURS LES PROFESSEURS AGRÉGÉS

**NEVEU-LEMAIRE et ARLOING**

**A MES MAÎTRES CIVILS ET MILITAIRES**

## INTRODUCTION

---

*L'importance de l'eau dans les questions d'Hygiène est primordiale, et l'on peut dire, presque sans exagérer : donnez de la bonne eau en quantité et on fera de la bonne hygiène.*

*L'eau, en effet, joue un double rôle : sous forme d'eau d'utilisation et d'eau d'alimentation.*

*Bien qu'à la rigueur on puisse admettre que l'eau d'utilisation, c'est-à-dire celle qui est utilisée pour les lavages soit du corps, soit des maisons, du linge, des rues, etc..., puisse être d'un degré de pureté inférieur à l'eau destinée à pénétrer dans l'organisme, on doit toujours tendre au degré de pureté rigoureux parce qu'on n'est jamais sûr que cette eau, destinée aux usages externes, ne servira pas accidentellement ou involontairement à l'usage interne, et enfin parce qu'il n'est pas indifférent qu'une eau de lavage puisse renfermer des souillures quelconques.*

*Les notions acquises désormais sur la spécificité d'un grand nombre d'affections ne permettent pas d'admettre qu'une eau riche en matières organiques non contaminées, puisse engendrer d'elle-même une de ces maladies caractéristiques, mais il faut tout de même reconnaître que l'absorption d'eau sale constitue une condition défectueuse, une préparation locale et générale de l'économie à recevoir les maladies infectieuses, spécialement celles qui pénètrent par la voie digestive.*

En outre de son action nuisible sur la muqueuse digestive, on peut volontiers admettre que l'eau chargée de matières organiques constitue un excellent terrain de culture pour les microbes pathogènes et par suite qu'elle doit toujours être considérée comme suspecte, et son emploi rejeté.

Certes l'eau d'alimentation et d'utilisation reconnaissant une origine unique dans le cas qui nous occupe, sa pureté n'étant plus contestée par personne à l'heure actuelle, notre tâche paraît singulièrement aisée.

Mais les besoins toujours plus impérieux d'une consommation croissante, ayant nécessité l'établissement de nouveaux ouvrages, il était naturel que le Bureau Municipal d'Hygiène entreprît les recherches méthodiques, jusqu'à ce que preuve fut faite de l'innocuité parfaite de l'eau naturelle.

Monsieur le Professeur Lesieur, Directeur du Bureau Municipal d'Hygiène assura la direction générale de l'entreprise, et l'exécution des mesures d'assainissement préconisées.

Monsieur le Docteur Vigne, Chef du Laboratoire, par de très nombreuses et très régulières analyses, s'attacha à déceler les causes d'une pollution, même passagère, et à y porter remède.

Il voulut bien nous initier à sa méthode et nous faire bénéficier de ses recherches personnelles. Son élève ne l'oubliera point.

Nous nous bornerons à regretter que nos résultats ne soient pas plus complets.

La faute en est au cours inexorable de nos études, difficilement conciliable avec les surprises de toutes sortes qui guettent l'expérimentateur en ces genres d'expertises.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
de  
**l'Alimentation de la Ville de Lyon**  
**en Eaux potables**

---

CHAPITRE PREMIER

---

**Historique**

---

La conquête de l'eau a de tout temps été l'objet des efforts de l'homme ; les premiers bourgs ont pris naissance autour des sources ou sur le bord des rivières.

Dans nos vallées, les villages et leur couronne de verdure jalonnent les lignes d'eau qui se montrent sur le flanc des coteaux; dans les montagnes elles-mêmes, les villages coïncident avec les eaux jaillissantes.

Les civilisations anciennes se développant au pays du soleil, ont rapidement inventé et, plus tard, ont perfectionné les moyens d'amener l'eau à la portée des consommateurs.

Les Livres Saints, les monuments et les écrits de l'antiquité égyptienne, chinoise et Hindoue, nous font connaître les efforts immenses consacrés par les chefs des peuples à la solution de ce problème.

Citons le fameux aqueduc de Siloë à Jérusalem, véritable tunnel de 1.533 mètres de longueur qui remonterait au temps d'Ezéchias — les citernes d'Aden — les nombreux

barrages-réservoirs en terre qu'on a retrouvés aux Indes, en Chine, au Pérou, et qui remontent à la plus haute antiquité, — les grands puits de la vallée du Nil d'où l'eau était extraite par des manèges et qu'on voit figurés sur les plus anciens hiéroglyphes — la dérivation de l'Euphrate, etc., etc...

Chez les Grecs, nous voyons les sources élevées au rang des divinités et respectées comme telles. Une loi de Solon règle l'usage des sources et puits publics : ceux-là seulement peuvent y puiser (deux fois par jour en quantité déterminée) qui justifient avoir fait des recherches infructueuses jusqu'à 50 pieds de profondeur dans leur propre fonds.

Platon voulait « qu'on n'allât pas puiser de l'eau chez un voisin, avant d'avoir cherché dans son domaine, en creusant jusqu'à l'argile, si on n'aurait pas soi-même une source. »

Les municipalités entouraient les fontaines publiques de soins tout particuliers : des officiers spéciaux exerçaient à leur endroit une étroite surveillance : et malheur à celui qui portait quelque obstacle à leur bon fonctionnement.

Citoyen, c'était l'amende. Esclave, ou étranger, c'était l'emprisonnement et la fustigation.

Mais ce fut chez les Romains que l'art de dériver les sources atteignit son apogée. Ils détournèrent de véritables fleuves non seulement en Italie, mais encore dans toutes les provinces et colonies de l'empire.

Leurs gigantesques aqueducs sont à bon droit demeurés célèbres ; ils sont d'ailleurs pour la plupart en assez bon état de conservation.

Ces travaux, les Romains les répétèrent là où ils passè-

rent ; et Paris, Clermont-Ferrand, et Nîmes en offrent encore d'imposants vestiges.

Lorsque Munatius Plancus vint fonder Lugdunum en 43 avant notre ère, il plaça la nouvelle ville sur le coteau de Fourvière. Cela était d'ailleurs assez naturel, puisque le Rhône et la Saône, se réunissant à cette époque par des canaux de peu de profondeur, devaient fermer avant leur jonction réelle un vaste marécage.

De fait Lyon grandissant, les habitants élurent domicile sur les hauteurs de la Croix-Rousse.

Une telle situation géographique n'était point sans inconvénients du côté de l'alimentation en eaux potables.

Les puits ! Il n'y fallait point songer sur ces hauteurs.

Les eaux du Rhône ou de la Saône ! outre leur éloignement, leur pureté, n'était sans doute point suffisante pour donner toute satisfaction.

Tout ceci nous explique la construction de ces aqueducs immenses, dont les proportions, vraiment remarquables, suscitent encore notre admiration.

On n'en fit pas moins de quatre, peut-être même cinq, pour alimenter une population de 60.000 âmes. Leur développement était de 150 kms, et ils déversaient par 24 heures 80.000 m. c sur le plateau de Fourvière.

Cette eau servait naturellement à l'alimentation des habitants et aussi à leurs plaisirs : tel paraît être le cas de l'Aqueduc de Miribel, dont l'apport alimentait surtout les naumachies.

Le plus fameux de ces aqueducs est celui qui amenait à Lyon les eaux du Mont Pilat en passant par Chaponost et Beaunant, où l'on en remarque encore les admirables vestiges. Intéressant par ses proportions certes, mais aussi par

cette particularité que les ingénieurs de l'époque s'en étaient servi pour mettre à profit la théorie du siphon. Avant de traverser la vallée d'Izeron, les eaux se réunissaient dans un réservoir d'où partaient douze tuyaux en plomb qui, portés par des massifs de maçonnerie élevés dans le vallon, allaient se jeter sur la colline opposée dans un deuxième réservoir, d'où se faisait la distribution des eaux.

Rien d'in vraisemblable donc à ce que le grand incendie qui éclata à Lyon sous le règne de Néron ait fondu tous ces tuyaux et arrêté du coup la distribution.

La ville, frappée dans sa fortune, épuisée bientôt par le contre-coup des révolutions romaines, ne put rétablir ses aqueducs endommagés. Attila et les Vandales se chargèrent du reste.

Ceci se passait vers la fin du IV<sup>e</sup> siècle. Dès lors, trop pauvres pour entreprendre des travaux de réfection énormes, pas assez instruits peut-être pour savoir toute l'importance d'une bonne eau potable, nos aïeux usèrent de moyens plus rudimentaires.

Et les citernes, les puits et les sources si médiocres, et pourtant si réputées de Fourvière, se chargèrent de cette alimentation défectueuse à tous égards.

*Puits.* — Ces puits étaient fort nombreux. Cela n'a pas lieu de nous surprendre, étant donné que c'était le seul mode de se procurer de l'eau... potable.

Ceux de la Rive droite de la Saône et ceux de la Croix-Rousse, considérés généralement comme les meilleurs, sont alimentés par les eaux qui descendent de la colline aux rivières; et si ce n'était leur pollution, ils ne différeraient guère des autres sources Lyonnaises.

Pour ce qui est des puits de la presqu'île, le Rhône étant plus élevé que la Saône de 3 mètres environ, il doit exister un courant pour insensible qu'il soit, qui va du Rhône à la Saône, alimentant les puits sur son passage. En cas de crue de la Saône, les rôles sont intervertis : c'est une simple question de vases communiquants.

Les nombreuses analyses qui ont été faites à ce sujet nous permettent de dire en résumé, que ces puits ne donnaient qu'une eau trop calcaire, et souvent polluée. La seule inspection des maisons lyonnaises doit nous mettre en garde contre un tel genre d'alimentation. Où se trouve le puits en effet ? Pour la commodité des locataires, dans la cour centrale.

La fosse d'aisances voisine trop souvent avec lui. Comment éviter dès lors les infiltrations de matières fécales, sans compter celles des eaux ménagères et des excreta animaux. Dans des temps relativement récents, des épidémies importantes qui décimèrent le quartier de la Part-Dieu et le Lycée montrèrent jusqu'à l'évidence le rôle néfaste de ces puits.

Aussi, dans un rapport très documenté sur l'épidémie de fièvre typhoïde, qui a régné à Lyon en 1898, Monsieur le Docteur Gabriel Roux demandait dans ses conclusions :

« Que les puits qui existent en si grand nombre (5.253) à Lyon, surtout dans les parties basses de la ville, soient supprimés aussi complètement et aussi rapidement qu'il se pourra, cette suppression pouvant s'opérer aujourd'hui plus aisément qu'autrefois en raison de l'augmentation considérable du volume d'eau de la Compagnie réalisée par la mise en fonctionnement de l'usine du Grand-Camp, augmentation qui profite surtout aux quartiers qui possèdent

le plus de puits, c'est-à-dire ceux de la rive gauche du Rhône..... et qu'il y ait suppression aussi immédiate que possible des 44 puits publics. »

*Sources.* — Les sources — assez rares — ne nous arrêteront point longtemps. Les études géologiques du sous-sol Lyonnais ne nous indiquent point de véritable nappe souterraine. Les eaux que l'on voit sourdre en quelques endroits à la Croix-Rousse, en des endroits plus nombreux sur la colline de Fourvières, ne sont que le produit d'infiltration des eaux des pluies, qui s'écoulent sur un plan imperméable et s'ouvrent en des lieux quelconques.

D'analyses anciennes, il résulte que ces prétendues sources ne sont même pas pures. Mais leur importance restreinte nous dispense d'insister plus longtemps à leur endroit.

Cette alimentation défectueuse par les citernes et par les puits, et même par les sources, devait pourtant suffire aux Lyonnais jusqu'à notre siècle.

Pourtant en 1770, on se préoccupa activement de distribuer à l'agglomération Lyonnaise une eau potable de bonne qualité et en quantité suffisante.

A cette époque, l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon organisa à 3 reprises un concours de mémoires sur ce sujet.

En 1775, l'ingénieur Farregeau emporta le prix avec un projet de dérivation des eaux du Rhône. C'était, on le voit, un acheminement vers le régime actuel.

En 1807, la Société de Pharmacie, ayant jeté la suspicion sur l'eau de puits par de nombreuses et méthodiques analyses, la question fut remise à l'ordre du jour.

En 1832, on établit sur le Quai St-Clair une machine

hydraulique qui pompant l'eau du Rhône, la distribuait à la partie septentrionale de la ville. C'était un commencement

En 1833, Thiaffait obtient une récompense de l'Académie de Lyon, pour un mémoire où il propose de capter les sources de Neuville-sur-Saône et de Fontaines. Ce projet n'aboutit point.

Le 11 Mai 1846, le Conseil Municipal adopte les conclusions d'un projet Dumont. qui arrête qu'à l'avenir on emploiera exclusivement les eaux filtrées du Rhône pour la distribution de la ville.

\* Les événements politiques empêchèrent la réalisation immédiate de ce projet, et ce n'est que le 8 Août 1853 que Vaïsse, administrateur du Département du Rhône, signe un traité avec la nouvelle Compagnie.

Ce traité est fait pour 99 ans, du 1<sup>er</sup> Janvier 1858, avec une clause de rachat au bout de 30 ans.

La Compagnie s'engage à fournir 20.000 mc. par jour; la Croix-Rousse, Fourvière, St-Just, le Parc et les Terrains à l'est de la Rue Ste Elisabeth (devenue par la suite rue Garibaldi) étant exclus de toute fourniture.

La ville avait alors 250.000 âmes ; ce qui faisait donc 80 litres par habitant.

C'était une quantité infime qui ne permettait même pas de laver les égouts, et encore une bonne partie de Lyon n'était pas desservie.

En 1857, création de nouvelles bornes-fontaines, et extension du Service au Périmètre de la ville avec augmentation quotidienne de 750 m. cubes.

En 1862, le débit atteint 45.000 mc. par jour.

En 1866, nouvelle augmentation de 1250 mc.

C'était bien déjà. La production avait plus que doublé en 8 ans, mais ce n'était pas encore assez.

C'est alors que M. Michaud proposa de capter les sources qui existent sur les coteaux de la rive gauche de l'Ain, et d'en amener les eaux à Lyon. L'auteur du projet garantissait de la sorte 200.000 mc. par jour. De plus la grande pureté du liquide semblait devoir faire pencher les esprits en faveur de ce projet.

Mais cette proposition échoua.

On ne pouvait abandonner des travaux aussi importants, et l'on remédia à l'insuffisance de l'exploitation par des améliorations que nous exposerons dans un autre chapitre.

Nous avons vu que le traité de la Compagnie des Eaux avait été signé pour une période de 99 années, et que ce traité comportait une clause de rachat.

Ce rachat fut effectué par la Ville le 1<sup>er</sup> Janvier 1900, et le service devint donc municipal.

---

## CHAPITRE II

---

### 1° Géographie hydrodologique du sol Lyonnais.

### 2° Le Rhône. — 3° La galerie filtrante.

---

Le principe de l'alimentation de Lyon en eaux du Rhône, par galeries filtrantes et par puits filtrants, ayant, semble-t-il, définitivement prévalu, il est naturel avant d'entrer plus avant dans les détails du fonctionnement de cette organisation pourtant peu compliquée, d'étudier à grands traits :

- 1° la géographie hydrologique du sol Lyonnais ;
- 2° le fleuve lui-même ;
- 3° la galerie filtrante.

### Géographie hydrologique du sol lyonnais

La situation de Lyon au confluent de deux grands cours d'eau et à l'intersection de 3 vallées est citée à bon endroit comme l'une des plus remarquables du monde. Cantonnée tout d'abord sur les collines de Fourvières, puis de la Croix-Rousse, la vieille cité en descendit les pentes, s'éta-

blit dans la presque île qu'elle allongea vers le Sud, puis franchissant le fleuve refoulé, envahit la large plaine où il étalait ses méandres. Enfin s'engageant dans l'étroite fissure qui détache du promontoire Croix-Roussien, le monticule de Loyasse et livre passage à la Saône, la ville envahissante vint englober le territoire de Vaise, et atteindre le piédestal gneissique du Mont-d'Or.

A un relief aussi accidenté, correspond un régime hydrographique non moins complexe. C'est en l'exposé qui suit que résume son opinion M. le Professeur Agrégé Diderot, auquel nous empruntons ces détails un peu spéciaux.

1° Les profondeurs du sol Lyonnais, à des distances aisément accessibles, sont partout constituées par du gneiss ou du granit formant un relief onduleux complètement imperméable.

2° Si l'on fait abstraction du Rhône souterrain, les divers quartiers de la ville et de la banlieue ne peuvent utiliser à l'aide de puits que les eaux pluviales d'infiltration locale retenus par quelques bancs argileux peu réguliers et discontinus.

3° Toute tentative de recherche d'eaux artésiennes, analogue à celle entreprise en 1829, 1830, ne peut aboutir qu'à un insuccès.

4° Dans un ordre d'idées inverses, le sol Lyonnais ne saurait fonctionner en filtre absorbant qui réaliserait, pour des localités situées plus bas, l'un des éléments essentiels au succès des puits artésiens.

5° La précieuse ressource, encore inutilisée du Rhône souterrain, sur la rive gauche du fleuve visible, pourrait, à défaut d'autre solution plus lointaine, assurer à la population Lyonnaise une alimentation en eau potable analogue

à celle qu'elle reçoit déjà, mais parfaitement filtrée et plus abondante. (1)

Ceci était écrit en 1890. Nous ne saurions souscrire à cette dernière assertion, le régime actuel des Eaux donnant toute satisfaction.

### Le Rhône

Né de glaciers dans le massif du mont Furca, le Rhône traverse une partie du Valais pour se jeter dans le lac Léman, au voisinage de St-Gingolph, en un point connu sous le nom de fond du lac. Il dépose là les impuretés qu'il a pu recueillir sur son parcours et son embouchure, même en dehors des saisons pluvieuses, se marque par une large tâche jaunâtre qui tranche d'une manière très sensible avec la limpidité du Léman. Après avoir traversé ce lac dans sa plus grande longueur, le Rhône ressort à Genève et à partir de ce point devient plus intéressant pour nous. Sur son trajet, en effet, il reçoit diverses impuretés et ses affluents lui en apportent également. C'est ainsi qu'à Lyon, le Rhône

---

(1) Depuis Montluel et Jonage, jusqu'au dessous de Lyon (ceci sur la rive gauche du Rhône) la plaine est sillonnée de bras souterrains ou lônes qui maintiennent leur niveau supérieur à celui du Rhône visible, et viennent par d'innombrables ramifications, rejoindre le cours principal. Partout où les puits les rencontrent, l'observation montre le sens d'écoulement dirigé vers le fleuve, et leur niveau presque invariable. Tout au contraire entre ces bras souterrains, les alluvions subissent le régime du fleuve visible, et le niveau s'élève ou s'abaisse avec lui. Le régime de la plaine est donc double, selon qu'il dépend du Rhône visible ou du Rhône souterrain.

après sa traversée de la ville de Genève qui emploie le système du « tout à l'égout » et diverses villes de moindre importance, notamment Seyssel, a reçu les eaux de l'Arve, qui lui a amené les souillures de Bonneville, puis le Fier qui constitue le déversoir du Lac d'Annecy, un peu plus loin le canal qui sert de déversoir au Lac du Bourget (Aix-les-Bains); enfin le Guier et l'Ain, qui traversent des contrées très habitées, et qui par suite doivent forcément être contaminées.

Nous n'avons parlé dans notre fastidieuse énumération que des centres les plus importants, mais quiconque a fait la traversée de Lyon à Aix-les-Bains, sait combien les rives du Rhône sont peuplées, et toutes ces bourgades emploient le fleuve comme grand collecteur de leurs déjections.

Malgré toutes ces causes de pollution, les eaux du Rhône en amont de Lyon sont relativement pures. Roux indique 75 germes au centimètre cube en amont de Lyon.

Les actions combinées du soleil, de la lumière et de la sédimentation ont abouti à ce résultat.

Voici quelques chiffres, donnés par Miquel, qui indiquent la progression décroissante de la teneur en micro-organismes de l'eau de Seine après la traversée de Paris.

|                        |                  |   |
|------------------------|------------------|---|
| Seine à Epinay .....   | 2.827.830 germes |   |
| — Bezens .....         | 2.607.850        | — |
| — Bougival .....       | 1.742.725        | — |
| — Conflans .....       | 322.770          | — |
| — Pont de l'Oise ..... | 78.225           | — |
| — Meulan-Mézy .....    | 187.445          | — |
| — Mantes .....         | 174.750          | — |
| — Vernon .....         | 31.560           | — |
| — Les Andelys .....    | 25.935           | — |
| — Rouen .....          | 17.815           | — |

### **Galeries et Puits filtrants**

La provenance de l'eau de la nappe phréatique d'une vallée d'alluvions et ses relations avec la rivière sont très variables suivant les cas. Belgrand ayant remarqué dans plusieurs cas que cette eau avait une composition chimique et une température tout autres que celles du fleuve, en conclut que la nappe est généralement alimentée par le déversement des eaux souterraines des coteaux, et que par conséquent les galeries et puits filtrants ne prennent pas l'eau des rivières.

Certes ce cas se produit, si le coteau est perméable.

Mais dans le cas contraire, si les coteaux sont imperméables et ne contiennent pas de nappe, toute l'eau des alluvions de la vallée vient de la rivière. Entre ces deux extrêmes, il y a tous les intermédiaires et même comme la nappe des coteaux est très variable en débit, et peut aller jusqu'à s'assécher en basses eaux, les relations peuvent varier avec les saisons, et alors qu'on est nettement dans le cas de Belgrand après les pluies, on peut se rapprocher plus ou moins du cas opposé en sécheresse.

Comment reconnaître ce qui se passe dans un cas particulier ? Le sondage d'essai effectué, un niveau plus bas ou semblable à celui du fleuve, un parallélisme entre les variations de ces deux niveaux, entre les températures des deux eaux et leur nombre de bacheries, une identité de composition chimique sont des preuves de la provenance fluviale de l'eau phréatique.

A priori, d'après ce que nous établissions plus haut, la

nature géologique des coteaux est un excellent renseignement.

Dans le cas qui nous occupe, où le fleuve alimente en grande partie la nappe, il fallait attirer les eaux fluviales dans des galeries ou puits dits filtrants, établis assez près de la berge pour avoir un débit sérieux et assez loin pour que la filtration, dans le trajet horizontal que suivent les filets aqueux se fasse bien.

Quelle est la valeur de cette filtration au point de vue microbien ?

Elle est éminemment variable et soumise aux éléments suivants :

1° La nature, c'est-à-dire principalement la finesse et l'homogénéité du sable et du gravier traversés ;

2° L'épaisseur de la tranche filtrante ;

3° La vitesse de filtration, et par suite, la pression entre le plan d'eau de la rivière et la galerie : cette vitesse devant rester modérée ;

4° Le nombre de germes de l'eau brute elle-même : la tranche filtrante n'arrêtant qu'une partie de ces germes, il est clair qu'il y a tout intérêt à opérer sur de l'eau aussi peu chargée que possible en bactéries. Un tableau d'analyses bactériologiques, faites par le Docteur Gabriel Roux en 1898, alors Directeur du Bureau Municipal d'Hygiène, fera mieux ressortir l'influence et l'efficacité de la méthode.

| DATE<br>du puisage | LIEU DE PUISAGE                               | BACTÉRIES<br>par centimètre cube |
|--------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| 27 Octobre         | Rhône (en amont de la ter-<br>rasse du péré.) | 12000 dont 600 liqué-<br>flantes |
| —                  | Rhône (le long des puits<br>venad)            | 135000 — 2.400 id.               |
| —                  | Puits Clavenad n° 1.....                      | 86 — 25 id.                      |
| 30 Octobre         | — n° 3.....                                   | 70 — 20 id.                      |
| —                  | — n° 4.....                                   | 16 — 2 id.                       |
| 27 Octobre         | — n° 6.....                                   | 8 — 0 id.                        |
| 3 Novembre         | Puits Solly n° 1 (amont)                      | 61 — 6 id.                       |
| —                  | — n° 2.....                                   | 30 — 5 id.                       |
| —                  | — n° 4.....                                   | 32 — 7 id.                       |
| —                  | — n° 5 (aval)                                 | 18 — 3 id.                       |
| —                  | Bassin filtrant n° 1.....                     | 72 — 6 id.                       |
| 16 Novembre        | — n° 2.....                                   | 44 — 5 id.                       |
| —                  | Puits du Parc.....                            | 4 — 0 id.                        |



### CHAPITRE III

---

#### 1° Usine de St-Clair.

#### 2° Usine du Grand-Camp

---

*Travaux de M. Dumont. 1855.* — Les eaux de la galerie a sont réunies dans un puisard commun d'où elles sont refoulées vers la ville par trois machines à vapeur, ayant chacune une puissance de 170 chevaux.

On peut subdiviser le service en trois services distincts :

1° Le bas service, qui comprend la plus grande partie de la ville et qui est alimenté par un réservoir de 10.000 mc. de capacité placé sur le coteau immédiatement au-dessus de l'usine hydraulique. Les eaux sont refoulées à ce réservoir par une conduite de 0.92 de diamètre. Le réservoir communique, avec un réservoir de 4.000 mc. construit dans l'intérieur de la ville, à l'emplacement de l'ancien Jardin des Plantes, et destiné à satisfaire aux nécessités de l'arro-

sage public; ce réservoir a pour effet d'augmenter considérablement la puissance de la distribution.

2° Le moyen service, qui est alimenté par un réservoir de 4.000 mc., placé au sommet du coteau de Montessuy : il reçoit les eaux par une conduite de 0<sup>m</sup>,50 de diamètre.

3° Le haut service, destiné à atteindre les hauteurs de Fourvières; les eaux du moyen service sont reprises au réservoir de Montessuy, et refoulées par une machine à vapeur au sommet d'une colonne en fonte de 55 mètres de hauteur; cette colonne est surmontée d'un réservoir en tôle d'où les eaux s'échappent par une conduite qui descend des hauteurs de la Croix-Rousse, sur le Pont de Nemours, pour remonter en siphon renversé sous une pression de plus de 13 atmosphères sur le coteau de Forvières.

Là, elles s'épanchent dans un réservoir de 1000 mètres cubes de capacité.

*Système des machines.* — Nous ferons grâce au lecteur de la description technique des machines élévatrices. Qu'il nous suffise de dire que ces machines à vapeur, du système de Cornouailles, très perfectionnées d'ailleurs pour l'époque, avaient chacune une force de 170 chevaux.

*Colonne en fonte de Montessuy.* — Du soubassement en maçonnerie qui la supporte jusqu'au fond du réservoir qui la surmonte, cette colonne a une hauteur de 55 mètres.

Analogue aux grandes piles des viaducs métalliques, elle est fermée d'un faisceau pyramidal de montants en fonte,

entretoisés et contreventés par des croix de Saint-André en fer forgé.

Au milieu de la colonne se trouvent deux conduites; l'une montante, de 0<sup>m</sup> 60 de diamètre, conduit au réservoir en tôle du sommet, l'eau refoulée par la machine établie au pied de la colonne.

L'autre conduite, de 0<sup>m</sup> 40 de diamètre, reçoit l'eau descendante qui s'engage dans le siphon renversé, la conduisant au réservoir de la Sarra, sur les hauteurs de Fourvières.

Mais en 1910, l'emploi des pompes centrifuges électriques fournit une énergie beaucoup plus considérable; dès lors on n'eut plus recours à la colonne de Montessuy, ni à son siphonnage.

*Travaux complémentaires à St-Clair.* — Dès l'origine, l'insuffisance du débit de la galerie filtrante de 120 mètres de long et de 5 mètres de large fut reconnue. On lui accola un bassin filtrant avec piliers supportant des voûtes d'arête : ce bassin a 44 mètres sur 38<sup>m</sup> 50; il est, comme la galerie creusé à 3 mètres sous l'étiage; ses talus sont maintenus par un péré à pierres sèches à 45°, car les culées sont fondées au niveau de l'étiage; les eaux du coteau arrivent par le perré, mais il n'en résulte pas d'inconvénient. Le bassin a 1600 mètres carrés de surface filtrante, la galerie a 600 mètres, tous deux communiquant par une extrémité de la galerie.

On comptait sur 20.000 mètres cubes de débit quotidien, qui ne furent pas obtenus; quand le Rhône s'approchait de l'étiage, on obtenait seulement 10.000 mètres cubes. Alors à ce premier bassin n° 1, on accola un autre bassin n° 2 et de 2.168 mètres carrés, placé à côté de l'ancien, établi dans

les mêmes conditions, de 54 mètres de long sur 40 mètres de large. Pour forcer le débit, on poussait la dépression aussi loin que possible à l'aspiration dans la galerie; mais dans ce cas les machines de Cornouailles fonctionnaient mal; on établit alors au milieu du bassin n° 2, sur une pile en maçonnerie, une pompe alimentaire prenant l'eau des filtres et l'envoyant dans le puisard des grandes machines.

L'expérience montra que des dénivellations considérables dans le bassin augmentaient considérablement le débit des filtres, mais qu'il ne fallait pratiquer les aspirations rapides que dans des bassins ouverts librement à l'air et qu'il convenait de placer les machines assez loin pour assurer la stabilité des fondations.

En 1862, il fallut encore augmenter le débit. Cette fois, on renonce aux bassins, et à l'amont du bassin n° 1, on établit une galerie D de 170 mètres de long se prolongeant au-delà du viaduc du chemin de fer et protégée contre l'invasion des hautes eaux du Rhône par une digue établie avec les déblais.

En 1867, on agrandit encore cette galerie. Le débit était alors de 30.000 mètres cubes.

En 1874, M. Prunier établit sept puits dans le radier même de la galerie; ils donnèrent seulement un débit de 5.000 mètres.

En 1886, suivant un projet de M. Soly, on établit à l'amont de la galerie cinq nouveaux puits de 8<sup>m</sup>, 44 de profondeur et de 2<sup>m</sup> 55 de large, espacés de 29 mètres et à 20 mètres de la berge; ils ajoutèrent 11.200 mc. au débit.

Tout cela portait à 60.000 mètres cubes le débit quotidien disponible.

*Expériences et observations de M. Clavenad.* — M. Clavenad procède à quelques expériences sur l'influence exercée par deux puits voisins sur leur débit réciproque.

Deux puits situés à 30 mètres de distance ont perdu au total le huitième de leur débit par influence réciproque : pour deux puits situés à 95 mètres, la perte n'a été que le vingtième de leur débit.

Le premier bassin filtrant b, avait un débit de 10.000 mètres cubes par 24 heures. C'est le débit d'un puits de 20 mètres de rayon. En accolant à ce premier bassin un bassin égal c, on espérait doubler le débit. Il n'en fut rien, et l'on recueillit seulement un supplément de 2.000 mètres cubes.

Le même raisonnement s'applique à tous les remaniements dont furent l'objet les galeries et bassins filtrants.

C'est alors que, sur la proposition de M. Clavenad, la ville établit six puits nouveaux, encore à l'amont des précédents, descendus à 8<sup>m</sup> 75 de profondeur, avec un diamètre de 4 mètres, espacés de 30 mètres. Ils donnèrent encore un supplément de 15.000 mètres cubes.

*Puits établis à Grand-Camp sur la rive gauche du Rhône.* — C'est en 1889 que M. Clavenad pensant qu'il n'y avait plus rien à tirer sur la rive droite du fleuve, à Saint-Clair, proposa de passer en face sur la rive gauche et d'installer une série de puits à Grand-Camp.

En cet endroit le Rhône a environ 300 mètres de large, et le lit est creusé dans les alluvions plus ou moins sableuses du fleuve.

Les travaux comprenaient des puits de captage au Grand-

Camp avec une usine élévatoire en arrière de la ligne des puits, à l'abri de la digue de défense contre le fleuve et une conduite spéciale de refoulement envoyant les eaux au nouveau réservoir de Bron.

*Puits de captage.* — Les puits de St-Clair, donnaient lors des crues du Rhône, une eau trouble qu'on attribuait à une mauvaise filtration; la création des nouveaux puits a montré que cela tenait à un défaut d'exécution des remblais sur les puits et autour des puits, de sorte que les eaux du fleuve pouvaient arriver à la base des puits en coulant sur la paroi extérieure.

Les sondages préparatoires en avant de la ligne des puits du Grand-Camp donnèrent une eau satisfaisante à tous égards.

Deux sondages furent effectués dans la berge, sur la ligne d'axe des puits projetés, à égale distance du milieu et des extrémités du front que devaient occuper ces puits.

On préleva des échantillons d'eau les 17 et 20 Avril 1894, et l'on obtint les résultats suivants :

| ANALYSE CHIMIQUE                                                             | PUITS<br>de sondage | RHONE   |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------|
| Degré hydriométrique .....                                                   | 17°                 | 15°7    |
| Carbonate de chaux.....                                                      | 0 gr. 13800         |         |
| Autres sels de chaux.....                                                    | 0 gr. 03900         |         |
| Sels de magnésie.....                                                        | 0 gr. 00750         |         |
| Résidu fixe à 100°.....                                                      | 0 gr. 22000         | 0. 63   |
| Produits volatils au rouge.....                                              | 0 gr. 03600         |         |
| Acide sulfurique .....                                                       | gr. 03200           |         |
| Chlore .....                                                                 | 0 gr. 00150         |         |
| Matières organiques exprimées en O enlevé<br>au Permanganate de potasse..... | 0 gr. 00035         | 0.00055 |
| Ammoniaque .....                                                             | Néant               |         |
| Nitrates .....                                                               | Traces              |         |
| Température .....                                                            | 8°5                 | 12°7    |
| Aspect de l'eau .....                                                        | très limpide        | trouble |
| <i>Analyse Bactériologique</i>                                               |                     |         |
| Nombre total de Bactéries par cc.....                                        | 250                 | 33,400  |
| Nombre de bactéries liquéfiant la gélatine..                                 | 15                  | 3.000   |

Les résultats des analyses répétées ont paru assez satisfaisants au Comité Consultatif d'Hygiène, pour qu'il donnât son adhésion à un projet qui avait pour but de parfaire l'alimentation d'une grande ville avec de l'eau de rivière. Toutefois, malgré les garanties fournies par ces analyses et afin d'éviter la possibilité d'une filtration insuffisante, il fut décidé qu'on n'exigerait des puits qu'un faible débit.

On voulait 50.000 mètres cubes, on résolut d'établir trente-huit puits, distants seulement de 20 mètres.

La ligne des puits est à 20 mètres seulement du péré qui défend la berge du Rhône. Les puits ont été foncés à l'air comprimé. La forme extérieure est légèrement conique afin de faciliter la descente; n'ayant que 5 mètres de hauteur,

chaque puits est recouvert d'une forte couche de terre, bien corroyée, dont l'effet a été excellent, puisqu'il n'y a pas eu d'infiltration.

A Saint-Clair, les puits sont reliés au puisard des machines par un collecteur en fonte, latéral à la ligne des puits et communiquant par une tubulure avec chacun d'eux.

Au Grand-Camp, M. Résal préféra employer un collecteur en siphon, moins coûteux. Ce siphon est double, composé de deux conduites horizontales en fonte, l'une à droite et l'autre à gauche de la coupole des puits, aussi près que possible. Le diamètre de ces conduites va croissant du puits 1 au puits 38, de sorte que la ligne de charge a une pente uniforme.

Le point capital est de maintenir les siphons amorcés et de découvrir aisément les rentrées d'air; à cet effet, les puits 1, 19, 38 ont été recouverts d'un cuvelage qui dépasse les plus grandes crues.

*Usine élévatoire.* — Le puisard a été descendu à 3 mètres sous l'étiage du Rhône; il forme une galerie de grande surface, afin que les variations de niveau y soient assez lentes pour permettre le réglage des machines.

La machinerie comprend six chaudières et six machines élévatoires.

L'espace limité par les fondations du bâtiment, le radier général et le radier du puisard forme un vaisseau étanche, baignant de toutes parts dans la nappe souterraine. Les infiltrations, peu importantes d'ailleurs, sont soigneusement écartées du puisard et recueillies dans une bêche que l'on épuise fréquemment.

*Réservoir de Bron.* — L'établissement du Grand-Camp n'a pas seulement pour objet d'alimenter les quartiers de la rive gauche du Rhône, il doit en outre suppléer à l'insuffisance de l'établissement de Saint-Clair, pour l'alimentation de tous les autres quartiers bas de la ville (presqu'île de Perrache); c'est pour ce motif que les réseaux de distribution de l'un et l'autre établissements ont été mis en communication par de grosses conduites qui répartissent la charge aussi uniformément que possible. Cette connexion de deux services a exigé que le réservoir alimenté par le Grand-Camp eût son niveau de plein à la même côte que celui du réservoir Saint-Clair, et il a fallu aller jusque sur la colline de Bron pour trouver un emplacement d'altitude convenable.

L'éloignement du réservoir ne présente pas d'ailleurs un inconvénient bien grave, si l'on considère que la ville de Lyon, dont la population croît d'une façon continue, ne peut se développer que du côté de l'Est, et que de véritables quartiers urbains (Montchat, Monplaisir) se sont créés depuis quelques années au pied de la colline de Bron.

---



## CHAPITRE IV

---

### Les nouveaux puits du Grand Camp Compte rendu de l'analyse bactériologique

---

La consommation d'eau potable augmentant de jour en jour, on se vit obligé d'établir, en aval du viaduc du Chemin de fer cette fois, vingt-cinq nouveaux puits.

Vingt-trois de ces puits sont souterrains; deux seulement — les puits n<sup>os</sup> 1 et 14, — dits puits d'aération, — sont indiqués extérieurement par une masse épaisse de maçonnerie.

Pourtant les premières analyses furent très défectueuses. Ceci n'a rien qui doive nous surprendre...

Jetons un coup d'œil alentour ! Que voyons-nous ?

Des terrains vagues où s'ébat, le Dimanche, une foule peu respectueuse du voisinage de puits qu'elle ignore peut-être... des cabarets et jeux de boules... des lônes, où stagne une eau malsaine, égoût véritable des riverains.

De sages mesures, proposées par le Bureau d'Hygiène, supprimèrent les cabarets les plus proches, éloignèrent par cela même leur clientèle, et firent combler parmi les lônes, celles que leur proximité rendait plus dangereuses.

Sur ces entrefaites, ces puits furent l'objet d'une série d'examens méthodiques de la part du Laboratoire de Microbiologie du Bureau Municipal d'Hygiène.

Les prélèvements ont été effectués par les soins de Monsieur le Docteur Vigne avec toutes les précautions d'asepsie nécessaires.

Les échantillons ont été puisés à une profondeur suffisante au moyen de l'appareil Roux, stérilisé avant chaque opération par flambage au chalumeau à vapeur d'alcool.

Les analyses bactériologiques comprennent :

1° une analyse quantitative par numération sur milieux nutritifs solides.

2° une analyse qualitative complète avec différenciation par la méthode du neutralroth, par ensemencements sur milieu phéniqué, par la réaction de l'indol, par isolement des espèces sur tubes d'Esmarch, examen microscopique, réensemencements sur milieux spéciaux, etc... cult. à 45°.

Voici les résultats obtenus :

| DATE<br>du<br>prélèvement | PROVENANCE<br>de l'échantillon | NOMBRE<br>de colonies micro-<br>biennes par centim.c. | ESPÈCES       | ESPÈCES    |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------|------------|
|                           |                                |                                                       | LIQUÉF. ANTES | pathogènes |
| 14 Janv. 1914             | A. Eau totale                  | 3070                                                  | 326           | B. coli    |
| —                         | B. Puits 1 (d'aréat.)          | 3095                                                  | 126           | B. coli    |
| —                         | C. — 14 —                      | 1570                                                  | 170           | B. coli    |

Conclusion : Eau non potable.

A la suite de ces analyses, le pompage des nouvelles eaux a été activé de façon à obtenir une élimination plus rapide des souillures.

Quelques jours plus tard, un nouveau prélèvement était

effectué sur l'eau totale afin d'examiner le résultat de ce système d'épuration.

Le 23 Janvier 1914, prélèvement d'un échantillon à l'usine du Grand-Camp, sur le tuyau d'amenée de l'eau collectée dans la totalité des puits.

### Résultats de l'analyse :

L'analyse quantitative donne 1174 colonies microbiennes par centimètre cube, dont 8 liquéfiantes.

L'analyse qualitative décèle bien la présence de *Bacterium Coli* commune, mais en faible quantité.

Le pompage a donc amélioré la quantité des eaux sans les amener à un degré d'épuration suffisant.

L'examen bactériologique des eaux est alors repris puits par puits.

| DATE<br>du prélèvement | PROVENANCE            | NOMBRE TOTAL<br>de colonies microbiennes<br>par centimètre cube | NOMBRE DE COLONIES<br>liquéfiantes | ESPÈCES<br>pathogènes |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 4 Fév. 1914            | Puits 2               | 30                                                              | 4                                  | Néant                 |
| —                      | — 3                   | 558                                                             | 8                                  | —                     |
| —                      | — 9                   | 97                                                              | 2                                  | —                     |
| 11 Fév. 1914           | Puits 4               | 58                                                              | 1                                  | —                     |
| —                      | — 5                   | 72                                                              | 38                                 | —                     |
| —                      | — 6                   | 242                                                             | 74                                 | —                     |
| —                      | — 10                  | 1152                                                            | 128                                | B. Coli               |
| —                      | — 11                  | 27                                                              | 0                                  | Néant                 |
| —                      | Eau du tuyau collect. | 2255                                                            | 124                                | B. Coli               |

| DATE<br>du prélèvement | PROVENANCE | NOMBRE TOTAL<br>de colonies microbiennes<br>par centimètre cube | NOMBRE DE COLONIES<br>liquéfiantes | ESPECES<br>pathogènes |
|------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 12 Fév. 1914           | Puits 1    | 4800                                                            | 80                                 | B. Coli               |
| —                      | — 7        | 190                                                             | 6                                  | Néant                 |
| —                      | — 8        | 1048                                                            | 80                                 | B. Coli               |
| —                      | — 12       | 14                                                              | 1                                  | Néant                 |
| —                      | — 13       | 10                                                              | 0                                  | —                     |
| —                      | — 15       | 370                                                             | 41                                 | —                     |
| 18 Fév. 1914           | — 1        | 16                                                              | 0                                  | —                     |
| —                      | — 8        | 4004                                                            | 89                                 | B. Coli               |
| —                      | — 14       | 954                                                             | 197                                | Néant                 |
| —                      | — 16       | 2027                                                            | 4                                  | —                     |
| —                      | — 17       | 4                                                               | 1                                  | —                     |
| —                      | — 18       | 3567                                                            | 460                                | —                     |
| —                      | — 19       | 3017                                                            | 300                                | —                     |
| 20 Fév. 1914           | — 20       | 28                                                              | 1                                  | —                     |
| —                      | — 21       | 27                                                              | 1                                  | —                     |
| —                      | — 22       | 144                                                             | 1                                  | —                     |
| —                      | — 23       | 36                                                              | 27                                 | —                     |
| —                      | — 24       | 258                                                             | 11                                 | —                     |
| —                      | — 25       | 70                                                              | 2                                  | —                     |

L'analyse du 13 février indiquait une pollution considérable du puits n° 1 (puits d'aération).

Le 18 Février, nouvelle analyse. Eau potable cette fois. Ce puits avait été assaini dans l'intervalle par pompage direct pendant 24 heures, au moyen d'une pompe à grand débit du service d'incendie.

En résumé, à la fin du mois de février, dix-neuf puits donnaient une eau potable et d'une grande pureté au point de vue bactériologique.

Quatre puits : 14; 16; 18; 19, renfermaient une eau très suspecte en raison de leur teneur élevée en germes microbiens.

Deux puits contenaient une eau très impure, contenant du B. Coli et une grande quantité de microbes; puits n<sup>os</sup> 8 et 10.

Les choses en étaient là, quand une crue du Rhône, en submergeant tous ces puits, suscita quelque méfiance.

Les analyses portèrent sur des échantillons provenant des n<sup>os</sup> 1, 20, 8 et 10; ces deux derniers étant très suspectés par avance.

| DATE<br>du prélèvement | PROVENANCE | NOMBRE TOTAL<br>de colonies microbiennes<br>par centimètre cube | NOMBRE DE COLONIES<br>liquéfiantes | ESPÈCES<br>pathogènes |
|------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 5 Mai 1914             | Puits 10   | 8                                                               | 1                                  | Néant                 |
| —                      | — 20       | 30                                                              | 2                                  | —                     |
| —                      | — 1        | 31                                                              | »                                  | B. Coli               |
| —                      | — 8        | 521                                                             | 12                                 | —                     |

Donc pour les puits n<sup>os</sup> 1 et 8, eau contaminée.

Des mesures de désinfection sont prises autour de ces puits.

Le 25 Mai, quatre prélèvements sont effectués ainsi répartis :

Eau du collecteur : Puits n<sup>o</sup> 1, n<sup>o</sup> 3, n<sup>o</sup> 8.

Le but de ces analyses, c'était de savoir :

1<sup>o</sup> Quels résultats avait donné la désinfection au permanganate de potasse dans les puits n<sup>os</sup> 1 et 8, que les dernières analyses avaient montrés contaminés ;

2<sup>o</sup> si, à la suite de l'immersion des terrains avoisinant les puits, lors de la dernière crue du Rhône, les puits, dont l'eau avait été reconnue comme bonne aux dernières analyses ne s'étaient pas pollués.

| DATE<br>du prélèvement | PROVENANCE     | NOMBRE TOTAL<br>de colonies microbiennes<br>par centimètre cube | NOMBRE DE COLONIES<br>liquéfiantes | ESPÈCES<br>pathogènes |
|------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 25 Mai 1914            | Eau collecteur | 397                                                             | 30                                 | B. Coli               |
| —                      | Puits 1        | 190                                                             | 30                                 | —                     |
| —                      | — 3            | 250                                                             | 18                                 | —                     |
| —                      | — 8            | 171                                                             | 10                                 | —                     |

Donc la détrempe des terrains par la crue du Rhône et les pluies qui l'ont provoquée, semble avoir produit une pollution générale de tous les puits de la série 1 à 13 inclus, qui se trouvent dans des terrains peu aptes à la filtration. Il était intéressant de comparer cette première série de résultats, avec ceux que fournirait l'analyse des puits de la seconde série, n<sup>os</sup> 14 à 25.

Dans ce but, des prélèvements furent opérés le 9 Juin 1914 aux puits n<sup>os</sup> 14, 16, 18. Ces analyses témoignent que

| DATE<br>du prélèvement | PROVENANCE | NOMBRE TOTAL<br>de colonies microbiennes<br>par centimètre cubé | NOMBRE DE COLONIES<br>liquéfiantes | ESPÈCES<br>pathogènes |
|------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 9 Juin 1914            | Puits 14   | 100                                                             | 60                                 | Néant                 |
| —                      | — 16       | 75                                                              | 0                                  | —                     |
| —                      | — 18       | 130                                                             | 0                                  | —                     |

malgré tout la deuxième série de puits reste pure, malgré l'imbibition des terrains avoisinants.

Ceci n'a rien qui doive nous étonner, si nous songeons que ces puits sont forés dans du sable fin, qui assure de façon très satisfaisante la filtration des eaux de surface. Le principal effort d'épuration doit donc porter désormais sur

la première série de puits, assez mal protégée par la nature même du sol, de ce sol où l'analyse a de plus indiqué une grande abondance de *B. Coli* commune.

Il serait utile de procéder à l'épuration de ce terrain en répandant à sa surface — un jour de pluie — une liqueur antiseptique, à base de permanganate de potasse par exemple. La pluie faciliterait la pénétration de la liqueur dans le terrain, et favoriserait son action.

De plus, il semble qu'un pompage énergique pourrait contribuer à l'assainissement recherché, en favorisant l'évacuation des produits nocifs.

Nous avons vu plus haut quelle pouvait être l'efficacité d'un pompage énergique.

Il va sans dire que, parallèlement à ces mesures pour ainsi dire directes, l'exécution d'autres mesures prophylactiques s'impose avec la même nécessité.

En particulier, l'on devra procéder dès qu'il sera possible à la suppression de la pépinière municipale dont la proximité est certes assez gênante.

---



## CHAPITRE V

---

### La mortalité par fièvre typhoïde

---

Cette étude — encore que très incomplète — comporte naturellement dans son développement, un aperçu rapide sur la fréquence de maladies qui, comme la fièvre typhoïde, reconnaissent comme principale étiologie, une origine hydrique. Les chiffres qui vont suivre portent sur la mortalité depuis 1887.

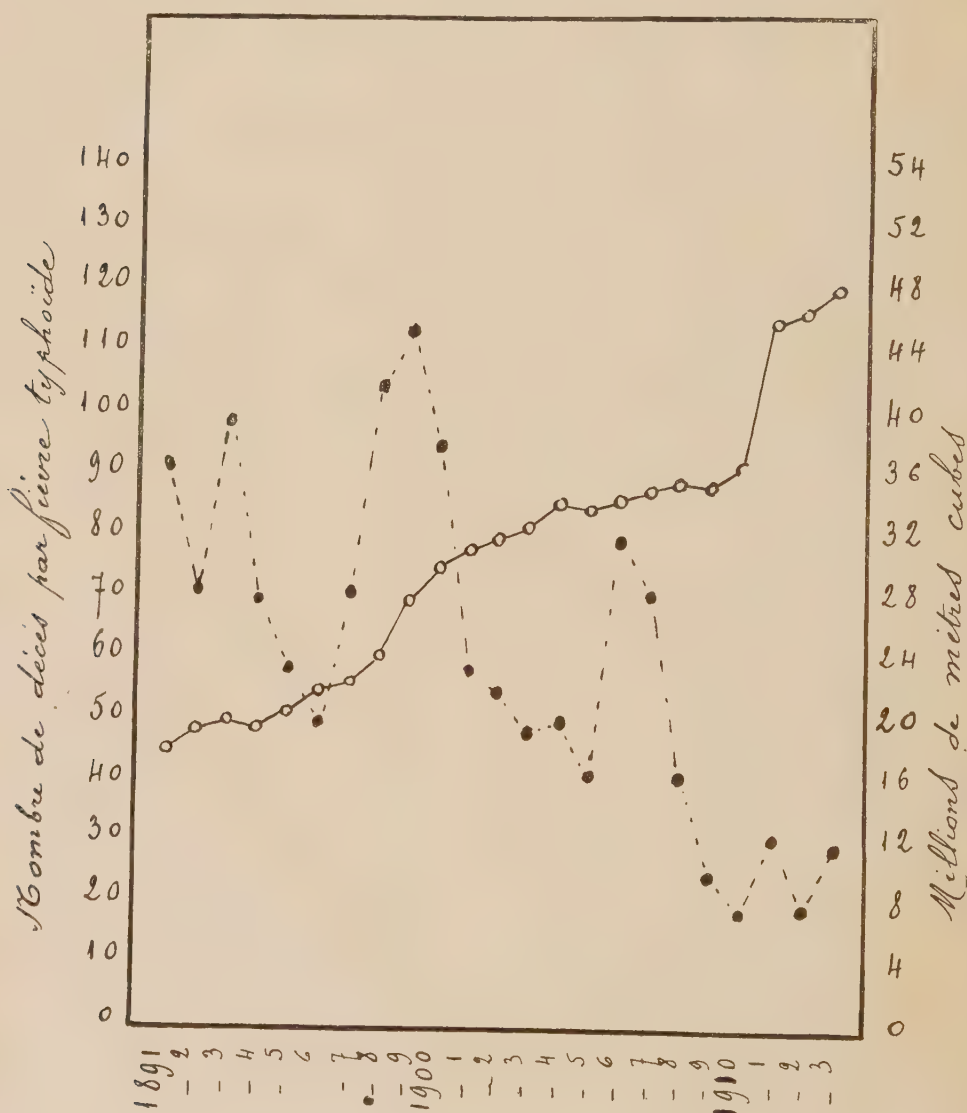
| Années |     | Années |    |
|--------|-----|--------|----|
| 1887   | 93  | 1901   | 58 |
| 1888   | 74  | 1902   | 63 |
| 1889   | 99  | 1903   | 45 |
| 1890   | 79  | 1904   | 50 |
| 1891   | 92  | 1905   | 41 |
| 1892   | 69  | 1906   | 78 |
| 1893   | 98  | 1907   | 72 |
| 1894   | 70  | 1908   | 42 |
| 1895   | 58  | 1909   | 31 |
| 1896   | 54  | 1910   | 17 |
| 1897   | 75  | 1911   | 31 |
| 1898   | 105 | 1912   | 20 |
| 1900   | 86  | 1913   | 30 |
| 1899   | 113 |        |    |

# VILLE DE LYON

## Décès par Fièvre typhoïde et distribution d'eau potable de 1891 à 1913

o—o—o— Distribution d'eau potable.

- - - - - Nombre de décès.



D'ailleurs les statistiques publiées par le Ministère de l'Intérieur nous montrent que pour la période comprise entre 1889 et 1905, Lyon est parmi les villes de plus de 100.000 habitants, une des moins atteintes par la fièvre typhoïde. Dans ce laps de temps, elle occupe déjà le 6<sup>e</sup> rang après Lille, Bordeaux, Roubaix, Nancy, Paris, qui ont respectivement — pour 10.000 habitants — 0.09, 0.15, 0.15, 0.16, 0.18. Lyon d'ailleurs suit de bien près Paris avec une moyenne de 0.19. Depuis, la ville a encore diminué cette mortalité relative. Elle atteint seulement 0.11 pour 10.000 habitants les six années suivantes. Elle passe au troisième rang, après Lille et Bordeaux, qui ont vu aussi diminuer leur mortalité typhique.

Quelle est la part qui revient à l'eau de la Compagnie — pour employer une dénomination dont on a coutume de se servir ici — dans cette mortalité, si faible déjà ?

Les analyses méthodiquement effectuées par le Laboratoire du Bureau d'Hygiène nous permettent d'être affirmatifs. Chimiquement, bactériologiquement, ces eaux sont pures et très bonnes pour la consommation.

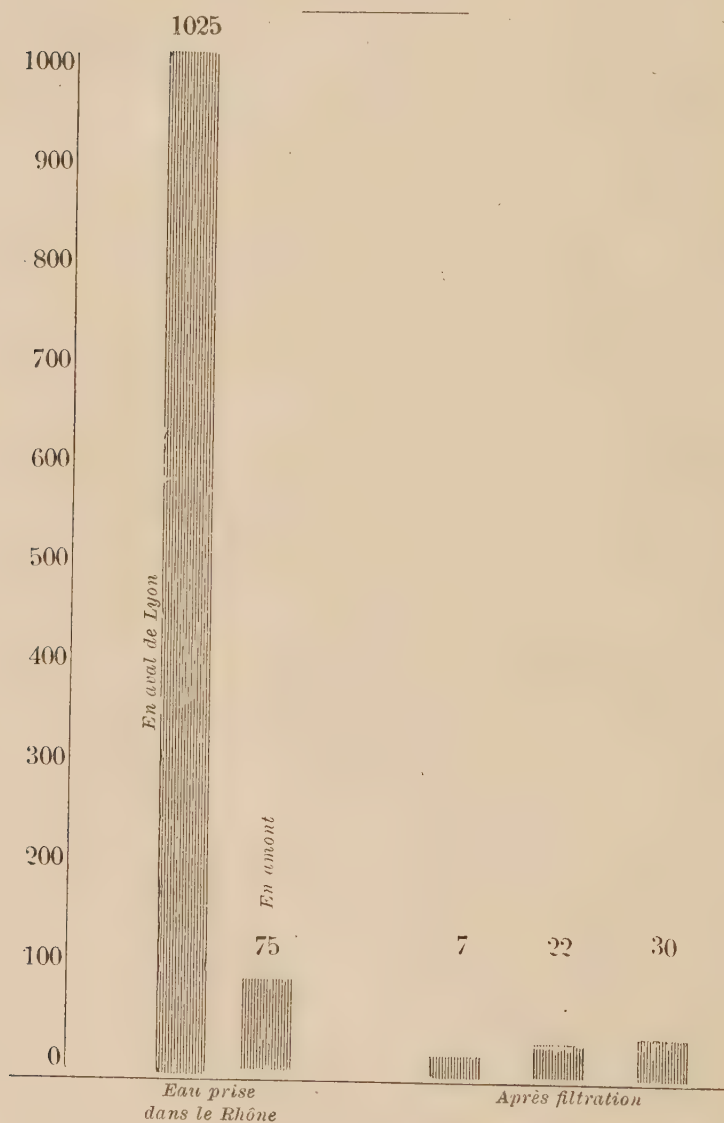
Pures à leur origine et durant leur parcours souterrain, ces eaux ont cependant pu provoquer de petites épidémies. Ceci résulte du fâcheux usage que constitue dans certains immeubles un réservoir commun pour toute la collectivité.

Témoin l'épidémie de fièvre typhoïde qui eut lieu au cours de l'été 1909 parmi les malades de l'Hôtel-Dieu, épidémie étudiée et rapportée par Messieurs les Professeurs Courmont et Lesieur.

Le réservoir où venait se collecter l'eau destinée à l'hôpital, était souillé. Ce fut lui qui causa tout le mal.

## EAU DU RHONE A LYON

*Nombre de microbes par centimètre cube*



Ces réservoirs existent encore dans un assez grand nombre d'immeubles.

Un règlement récent détermine leur établissement. Leur forme doit être cylindro-conique; le robinet de distribution doit être à la partie la plus déclive, de façon à éviter tout dépôt.

Le tableau récapitulatif de la teneur microbienne moyenne — au cours de ces quinze dernières années — de l'eau du Rhône avant et après la filtration, nous dispensera de nous étendre plus longuement.

### 1°) Eau du Rhône, prise dans le lit du fleuve.

|                                                                                                  |                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Eau du Rhône (en face St-Clair, c'est-à-dire au niveau des galeries et puits de filtration)..... | 75 microbes par cent. cube   |
| id. au Pont du Midi, après la traversée de la ville, sur la rive droite, opposée à l'égoût ..... | 1025 microbes par cent. cube |
| Le B. Coli Commune s'y trouve par intermittences.                                                |                              |

### 2°) Eau du Rhône, après filtration.

|                                                       |                           |
|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| Galeries de St-Clair .....                            | 7 microbes par cent. cube |
| Réservoir du Bas Service.....                         | 18 id.                    |
| Réservoir du Haut Service.....                        | 26 id.                    |
| Présence très rare de B. Coli. Jamais de B. d'Eberth. |                           |

3°) Eau prise au robinet des abonnés, 30 microbes par cent. cube. Si nous nous reportons à l'échelle de Miquel,

|                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
|                              | Microbes par cent. cube |
| Eau excessivement pure ..... | 0 à 10                  |
| — très pure .....            | 10 à 100                |
| — pure .....                 | 100 à 1000              |
| — médiocre .....             | 1000 à 10000            |
| — impure .....               | 10000 à 100000          |
| — très impure .....          | 100000 et au delà       |

nous constatons que cette eau, excessivement pure dans la galerie de filtration, demeurerait encore très pure, après son

passage à travers machines élévatoires et canalisations.

L'eau des différents puits, soumise aux mêmes recherches, nous donne une teneur moyenne de 95 microbes par centimètre cube.

En revanche la présence du B. Coli y est presque constante, puisqu'elle y est décelée dans 60 o/o des cas.

Le B. d'Eberth y est plus rare.

Nous avons suffisamment mis en lumière le danger de l'eau de puits dans une autre partie de ce travail pour nous dispenser d'insister à ce sujet.

Il est vrai de dire que le nombre de ces puits diminue de jour en jour.

Ceux-là seuls subsistent, qui appartiennent à des immeubles, ayant par ailleurs la canalisation publique.

Ils servent aux soins du ménage, et il semble que la mention « Eau non potable », apposée par les soins du Bureau d'Hygiène, doive en éloigner les consommateurs.

Un cas de fièvre typhoïde vient-il d'être signalé ? Une enquête étiologique est faite. Les eaux de la maison contaminée sont l'objet d'une expertise. Lorsque la présence du Bacille d'Eberth-Gaffky — ce qui est exceptionnel — ou celle du Bacterium Coli Commune est démontrée, on prend immédiatement les mesures de prophylaxie nécessaires.

Lorsqu'un puits est la source du mal, on agit sur le propriétaire pour en obtenir la fermeture.

En somme mortalité typhique assez faible, que la fermeture des puits encore en service abaissera vraisemblablement encore.

« Nous avons vu que la qualité de l'eau était excellente.

Mais n'est-ce point au détriment de la quantité ? Certes non.

Il est assez difficile de préciser les besoins d'une population sur ce point. D'une façon générale, on peut dire que la quantité d'eau n'est jamais trop considérable et qu'il en faut amener le plus possible dès qu'on le peut.

« Il faut qu'il y en ait trop, pour qu'il y en ait assez ! » disait avec raison Foucher de Careil.

Les hygiénistes s'accordent pour demander 300 litres par jour et par habitant pour une population qui compte plus de 100.000 habitants : 50 litres pour les besoins physiologiques, et 250 litres pour les eaux de lavage.

Cette quantité déjà atteinte à Lyon sera encore augmentée quand les nouveaux puits — dont nous avons donné plus haut les analyses détaillées — seront en fonctionnement.

Voici quelques chiffres qui indiquent la consommation de quelques grandes villes.

Lyon y figure en bonne place.

Grenoble..... 1000 litres par tête et par jour.

Rome ..... 1000

Washington (1902)... 757

New-York (1902)... 511

Lyon (1913)... 400

Paris (1902)... 370

Londres (1902)... 150

Berlin (1900)... 78

La distribution par canalisation unique, qui est celle de Lyon, semble difficilement concilier la qualité et la quantité, qui sont pourtant l'une et l'autre indispensables.

C'est ainsi que dans son Rapport au Conseil d'Hygiène en 1890 le Professeur Arloing insistait pour qu'on abandonnât la canalisation actuelle aux besoins des industriels et de la voirie, et que l'on dérivât, pour l'alimentation, de l'eau de source, celle de l'Ain en l'occurrence.

Ce projet n'aboutit point.

Intensifié par des améliorations successives, le débit progresse d'année en année, ainsi que le témoignent les chiffres suivants :

Consommation annuelle, exprimée en mètres cubes

|      |            |      |            |
|------|------------|------|------------|
| 1890 | 17.000.000 | 1902 | 31.500.000 |
| 1891 | 18.000.000 | 1903 | 32.000.000 |
| 1892 | 19.500.000 | 1904 | 32.500.000 |
| 1893 | 20.500.000 | 1905 | 36.000.000 |
| 1894 | 21.000.000 | 1906 | 33.000.000 |
| 1895 | 22.000.000 | 1907 | 35.000.000 |
| 1896 | 22.500.000 | 1908 | 35.250.000 |
| 1897 | 23.000.000 | 1909 | 36.000.000 |
| 1898 | 24.000.000 | 1910 | 38.000.000 |
| 1899 | 25.000.000 | 1911 | 46.019.944 |
| 1900 | 29.500.000 | 1913 | 47.784.226 |
| 1901 | 30.500.000 |      |            |

L'eau est une nécessité sociale. Et s'il est vrai que l'on peut toujours mesurer le degré de civilisation des peuples, le progrès réalisé par les villes, à l'état des approvisionnements d'eau et à l'ampleur des travaux exécutés dans ce but, la ville de Lyon peut être fière de son œuvre.

---

## CONCLUSIONS

---

I. Le principe de la galerie filtrante, du puits filtrant qui la remplace (à cause de son isolement plus aisé en cas de contamination) semble désormais en dehors de toute discussion.

II. Les améliorations que nous avons notées successivement au cours de nos recherches sur la qualité des eaux des nouveaux puits du Grand-Camp nous permettent d'envisager l'avenir avec une grande confiance.

Sans doute, le jour n'est pas éloigné où — les dernières mesures de protections qui restent à effectuer ayant été exécutées — une quantité abondante d'eau pure viendra augmenter une consommation déjà considérable.

III. Le nombre des puits ne pouvant être augmenté indéfiniment, il y aura peut-être lieu, dans l'avenir, de prélever directement l'eau du Rhône, et de la stériliser par des moyens chimiques ou physiques.

IV. Il semble qu'il faille incriminer plus particulièrement les eaux de puits pour ce qui est des maladies d'origine hydrique et en particulier de la fièvre typhoïde.

D'ailleurs la courbe décroissante de cette maladie — à Lyon — nous montre là un danger de moins en moins menaçant.

*Vu :*

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,  
LESIEUR.

*Vu :*

LE DOYEN,  
L. HUGOUNENQ

Lyon, le 8 Juillet 1914,

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,  
JOUBIN.

## BIBLIOGRAPHIE

---

P. AUBERT. — *Les eaux de Lyon. Projet de M. Michaud* (Lyon. Médical 1878).

J. ARNOULD. — *Eau* (Dict. encycl. des Sc. Méd. t. XXXI).

BELGRAND. — *Les eaux*. Paris. 1875.

BERGÈS. — *Adduction des eaux à Lyon*. 1894.

BIGARD. — *Le grand projet des eaux dont l'exécution permettra d'amener une immense quantité d'eau pour l'alimentation de Lyon et de ses environs*. 1881.

BISSEAU (A.). — *Recherches sur diverses eaux de Lyon*. 1839.

BOURLAND-LUSTERBOURG (D<sup>r</sup>). — *Quelques mots sur les projets de distribution d'eau à Lyon*. 1881.

CAUSSE (D<sup>r</sup> EUG.). — *Recherches sur la contamination des eaux*. Lyon 1903.

CHASSAGNY. — *La question des eaux devant la Société de Médecine de Lyon*. (Lyon 1882).

COURMONT J. — *Précis de Bactériologie...*

COURMONT J. LESIEUR CH. ROCHAIX A. — *Précis d'Hygiène*. 1914.

DELORE (D<sup>r</sup> X.). — *De l'eau potable à Lyon* (Ann. de la Soc. Soc. de Méd. de Lyon 1892).

- DELOCRE. — *Commission des eaux. Rapport fait au nom de la sous-commission technique.* Lyon 1882.
- DELORME (G.-M.). — *Recherches sur les aqueducs de Lyon construits par les Romains.* 1760.
- DOMENGET. — *Les eaux de Lyon devant le Conseil Municipal. Simples observations.* Lyon 1887.
- DONNET. — *Les eaux de Lyon en 1881. Projet Donnet.* Lyon 1881.
- DUMONT. — *De l'état actuel de la question des eaux potables à Lyon.* 1884.
- DUPASQUIER. — *De la préférence à donner aux eaux de sources de Royes, Rozier, Fontaines et Neuville sur celle du Rhône.* 1844.
- CLARDIN (J.-B.). — *Projet de distribution des eaux à Lyon.* Lausanne 1881.
- FALSAN ET LOCCARD. — *Monographie géologique du Mont d'Or Lyonnais et de ses dépendances* (Ann. de la Soc. d'Agriculture de Lyon 1866).
- FERRAND. — *Examen, au point de vue hygiénique, de divers projets pour l'amélioration du service des eaux à Lyon.* Lyon 1881.
- FLACHÉRON. — *Mémoire sur les aqueducs qui menaient autrefois à Lyon les eaux du Mont d'Or, de la Brèvesme et du Gier* (couronné par l'Académie de Lyon et publié dans la revue du Lyonnais, t. XXII).
- GAUTIER A. — *Eaux potables.*
- GERMAIN DE MONTAUZAN (G.). — *Les aqueducs antiques de Lyon.* Paris 1909.
- GRANDPERRET. — *Projets divers pour fournir des eaux à la Ville de Lyon.* 1835.
- GUICHARD J. — *Le service des eaux à Lyon* (in Ann. de la Soc. des Sc. Industr. de Lyon, t. I 1868).

- GUIMET. — *Considérations sur les moyens de donner à Lyon des eaux pures par l'infiltration du Rhône dans le sol Lyonnais* (Ann. de la Soc. Agric. Lyon 1844).
- HAUTEFEUILLE. — *Les procédés d'épuration des eaux potables*. 1908.
- LABIT. — *L'eau potable et les maladies infectieuses*. 1904.
- LACASSAGNE (D<sup>r</sup> A.). — *Compte-rendu des travaux du conseil d'Hygiène publique du Rhône de 1860 à 1885*. Lyon 1887.
- LAUNAY (L. DE), MARTEL (E.), OGIER ET BONJEAN. — *Le sol et l'eau*. (fasc. 2 du traité d'Hygiène de Chantemesse et Mosny) 1906.
- LE CŒUR. — *Du danger des eaux malsaines*. Caen 1860.
- LÉGER-ALFRED. — *Les eaux de Lyon. Projet de dérivation des eaux du Rhône*. Lyon 1881.  
*Eaux de Lyon. Le Rhône et les sources de la vallée basse de l'Ain. La véritable filtration naturelle*.
- LENTHÉRIC. — *Le Rhône. Histoire d'un fleuve*. Paris 1892.
- LESIEUR. — *Rapport des Comités Coloniaux*. Paris 1903.  
*Dissémination du B. d'Eberth par l'urine des typhiques. Etiologie de la fièvre typhoïde*. Prov. Mém. II. 1908.  
*Rapport au Congrès pour l'avancement des Sciences*. Lyon 1906.
- MALMÉJAC. — *L'eau d'alimentation*. Paris 1902.
- MARCHEGAY. — *Alimentation de la ville de Lyon en eaux potables*. Lyon 1881.
- MICHAUD. — *Projet d'alimentation de la ville de Lyon en eaux de sources* (Ann. de la Soc. des Sc. Industr. de Lyon 1880).
- PANSEL. — *Eaux publiques. Eaux privées. Nouveau système de fourniture à la Ville de Lyon*. 1842.

- PEYRET-LALLIER. — *Projet d'une distribution générale dans la Ville de Lyon, des eaux de la Mouche* (Ann. de la Soc. Agric. de Lyon t. VI. 1843).
- PICARD A. — *Traité des eaux.*
- PRUNELLE. — *Rapport sur les projets de distribution d'eau dans la ville de Lyon.* Lyon 1846.
- RACLET. — *Les eaux de Lyon.* 1885.
- REYRE. — *Projet de la distribution générale d'eaux potables.* Lyon 1847.
- RICHAUD. — *Des eaux à Lyon.* Lyon 1883.
- ROUX (D<sup>r</sup> G.). — *Analyse microbiologique des eaux d'alimentation de la ville de Lyon* (Publications de la ville de Lyon 1890).
- A propos de la question des eaux de Lyon.* Prov. Méd. 16 et 23 Mai 1891.
- 25 Mars et 15 Avril 1893.
- SEELIGMAN ET FOURNET (J.). — *Essai chimique sur les eaux potables, approprié aux eaux de la Ville de Lyon.* (Ann. de la Soc. d'Agric. de Lyon 1867).
- SOCIÉTÉ DE PHARMACIE DE LYON. — *Etude chimique des eaux, sortant des fontaines publiques de la Ville de Lyon et de ses faubourgs.* Lyon 1807.
- TERME (D<sup>r</sup> J.-F.). — *Des eaux potables.* (Rapport au Conseil municipal. Lyon 1847).
- THIAFFAIT. — *Mémoire sur la question de la fourniture des eaux à l'usage de Lyon.* 1834.
- VIGNE (D<sup>r</sup> P.). — *L'immunité de la ville de Lyon contre le choléra.*
- VILLARD. — *La question des eaux à Lyon.* Lyon 1882.
- Principes généraux d'alimentation des villes en eaux potables.* Paris 1885.

# TABLE DES MATIÈRES

---

|                                                                          | Pages |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| INTRODUCTION. . . . .                                                    | 7     |
| CHAPITRE I. — Historique. . . . .                                        | 9     |
| CHAPITRE II. — Géographie hydrologique du sol lyonnais. . . . .          | 17    |
| CHAPITRE III. — Fonctionnement des usines élévatoires. . . . .           | 25    |
| CHAPITRE IV. — Les nouveaux puits du Grand Camp. —<br>Analyses . . . . . | 35    |
| CHAPITRE V. — La mortalité par fièvre typhoïde. . . . .                  | 43    |
| CONCLUSIONS. . . . .                                                     | 51    |
| BIBLIOGRAPHIE . . . . .                                                  | 53    |









